

M.H

09/768958

PCT/JP99/04614

EU

日本国特許庁

JP99/4614

26.08.99

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

REC'D 18 OCT 1999

WIPO PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日

Date of Application:

1998年 8月31日

出願番号

Application Number:

平成10年特許願第259128号

出願人

Applicant(s):

株式会社ケンウッド

PRIORITY  
DOCUMENT

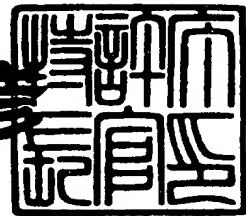
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Best Available Copy

1999年10月 1日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

近藤 隆彦



出証番号 出証特平11-3065876

【書類名】 特許願

【整理番号】 P02-971283

【提出日】 平成10年 8月31日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04L 27/22

【発明の名称】 キャリア再生回路

【請求項の数】 1

【発明者】

【住所又は居所】 東京都渋谷区道玄坂1丁目14番6号 株式会社ケンウッド内

【氏名】 篠田 敦

【発明者】

【住所又は居所】 東京都渋谷区道玄坂1丁目14番6号 株式会社ケンウッド内

【氏名】 白石 憲一

【特許出願人】

【識別番号】 000003595

【氏名又は名称】 株式会社ケンウッド

【代理人】

【識別番号】 100078271

【弁理士】

【氏名又は名称】 砂子 信夫

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 055480

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

特平 10-2591

【包括委任状番号】 9000610

【書類名】 明細書

【発明の名称】

キャリア再生回路

【特許請求の範囲】

【請求項1】

BSデジタル放送受信機におけるキャリア再生回路であって、同期検波出力から伝送多重構成制御信号区間を検出する伝送多重構成制御信号区間検出回路と、同期検波出力を信号点配置に変換する信号点配置変換回路と、信号点点配置変換回路にて変換された信号点位置信号を伝送多重構成制御信号のシンボルごとに予め定めた所定の角速度で位相回転させる位相回転回路と、位相回転回路からの出力を位相検波する位相検波器と、伝送多重構成制御信号区間において位相検波出力の自己相関関数を求めかつ求めた自己相関関数波形の周期に基づく角速度情報を出力する自己相関検出回路と、自己相関検出回路の出力から位相回転回路における位相回転角速度を減算する減算手段と、減算手段の出力に基づく周波数の正弦波データおよび余弦波データを同期検波回路へ送出する数値制御発振器とを備えたことを特徴とするキャリア再生回路。

【発明の詳細な説明】

【発明の属する技術分野】

【0001】

本発明は、BSデジタル放送受信機に用いるキャリア再生回路に関し、さらに詳細には、自己相関関数を用いてキャリア再生を行なうキャリア再生回路に関する。

【0002】

【従来の技術】

BSデジタル放送受信機において自己相関関数を用いてキャリア再生を行なう従来のキャリア再生回路は図5に示すように構成されている。

【0003】

中間周波数に変換されたPSK変調信号が同期検波回路1を構成する2つの乗

算器のそれぞれに各別に供給されて、乗算器にて余弦波データ、正弦波データと乗算されて同期検波される。同期検波回路1から出力される乗算出力Iデータ、Qデータはデジタルローパスフィルタ3を構成する2つのデジタルローパスフィルタに各別に供給されて、同期検波回路1からのそれぞれの出力中の高次の周波数成分が除去されて、ベースバンド信号であるIデータ、Qデータが送出される。

## 【0004】

デジタルローパスフィルタ3からの出力ベースバンド信号であるIデータ、Qデータは伝送多重構成制御信号（伝送多重構成制御信号をTMCCとも記す）区間検出回路4に供給されて、TMCC区間検出回路4においてTMCC区間が検出されて、TMCC区間幅の信号が送出される。

## 【0005】

一方、デジタルローパスフィルタ3から出力されるベースバンド信号であるIデータ、Qデータは信号点配置変換回路5に供給されて、デジタルローパスフィルタ3からの出力ベースバンド信号であるIデータとQデータとに基づく信号点位置信号に変換される。信号点配置変換回路5において変換された信号点位置信号は位相検波器6に供給されて位相検波される。

## 【0006】

位相検波器6からの位相検波出力は自己相関検出回路7に供給されて、位相検波出力と位相検波出力を時間 $\tau$ 遅延させた遅延位相検波出力とから自己相関関数が求められ、求められた自己相関関数波形の周期に基づく信号が、自己相関検出回路7から数値制御発信器（数値制御発信器をNCOとも記す）2に供給されて、NCO2において自己相関関数波形の周期に基づく周波数の余弦波データおよび正弦波データが出力されて、同期検波回路1の乗算器に供給されて、IデータおよびQデータと乗算されてキャリア再生がなされる。

## 【0007】

ここで、上記のようにPLL回路を構成するキャリア再生回路において自己相関を検出する方式を用いるときは雑音に強いことが知られている。

## 【0008】

BSデジタル放送のフレーム構成は、図6(a)に示すように、フレーム同期(図示しない)に続く先頭にTMCCと呼ばれるBPSKで変調されたヘッダ情報があり、TMCC区間は192シンボルで形成されている。

#### 【0009】

ここでもし、一様な周波数ずれがある場合(PLL回路の発振周波数がずれている場合)には、TMCC区間における位相検波出力は図6(b)に破線で示すようなノコギリ波aとなることが期待される。 $C/N$ が十分高いときは、図6(b)に破線で示すように綺麗なノコギリ波が再現される。この結果、ノコギリ波aの微分係数や周期を直接測定することができる。しかしながら、 $C/N$ が低いときは雑音のためノコギリ波aに雑音に基づく信号が重畳されて、図6(b)の波形bに示すようになって、微分係数および周期を波形bから直接的に測定することは困難になる。

#### 【0010】

特に信号点位置信号の位相が90度に近いとき、例えば図6(b)および図5においてAに示すようなときにはわずかな雑音成分によっても検出位相が90度を超えてしまうが、+90度を超えた信号は-90度として検出されるため、非常に大きな検出誤差となる。図7は信号点位置信号のコンステレーションを示し、斜線部は信号点位置信号のバラツキ範囲を示している。

#### 【0011】

そこで、自己相関関数を使って雑音を低減させる。入力信号が周期関数の場合には自己相関関数も同じ周期の周期関数となる。したがって、図6(b)の波形bの位相検波出力から直接に周期を測定するのではなく、自己相関関数を求めてその波形の周期を測定する。

#### 【0012】

図8は、自己相関関数の計算およびその波形の説明図である。位相検波器6からの位相検波出力波形は図8(a)に示すごとくであって、図6(b)の波形bを再記したものであり、図8(b)は図8(a)の波形を時間 $\tau$ だけ遅延させた波形であり、TMCC区間検出回路4にて検出されたTMCC区間から遅延時間 $\tau$ を差し引いた残り区間にわたって自己相関関数 $\Phi(\tau)$ が演算される。図8(

b)において演算区間と記載してある。自己相関関数 $\Phi(\tau)$ を式で表すと下記の(1)式に示すようになる。

【0013】

$$\Phi(\tau) = \sum \{ \theta(t) - \theta_{ave} \} \{ \theta(t+\tau) - \theta_{ave} \} \dots (1)$$

【0014】

(1)式において、 $\theta(t)$ は位相検波出力を示し、加算区間は0から $(M-1-\tau)$ までの演算区間である。ここで、Mは観測区間のシンボル数、すなわちTMCC区間のシンボル数であって、BSデジタル放送ではTMCC区間のシンボル数は192である。 $\theta_{ave}$ は位相検波出力の観測区間内における平均値である。演算された自己相関関数は図8(c)に示すごとくであり、自己相関関数の所定振幅レベルの部分において自己相関関数 $\Phi(\tau)$ 波形のゼロクロスを求めて、平均周期Tを求める。

【0015】

平均周期Tは、平均周期 $T = \pi / \omega$ であって、 $\omega$ は離反周波数の角速度であり、ここで、離反周波数 $\omega$ はキャリア周波数と再生キャリア周波数とのずれを示している。離反周波数をずれ周波数とも記す。平均周期Tから角速度 $\omega$ を求めて、NCO2へ供給して角速度 $\omega$ の正弦波および余弦波をNCO2において発生させ、同期検波回路1へ送出してキャリア再生を行なう。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記した従来のキャリア再生回路によるときは、周波数ずれの方向、すなわち極性が検出できないという問題点がある。すなわち、この自己相関関数を求める方式では、周波数ずれが $+\omega$ 、 $-\omega$ のいずれの場合でも、自己相関関数の周期は同じであるため、離反周波数の極性判別を行う必要があるが、極性判別ができない。

【0017】

離反周波数の極性判別のためには、同期検波時にNCO2の発振周波数をシフトすれば可能である。シフトする周波数を $\alpha$ としたとき、この $\alpha$ を想定される最大離反周波数以上の値に設定しておけば、それ以下の離反周波数 $\omega$ については極

性の方向が一方に決まる。すなわち、図9（a）に示すように位相検波出力の周波数（以下、位相検波出力の周波数を位相検波周波数とも記す）を想定最大離反周波数範囲の中央にすれば極性判別ができないが位相検波周波数を中心にして位相検波周波数を挟んで想定最大離反周波数範囲でTMCC区間が検出できる。

#### 【0018】

しかるに、図9（b）に示すように、位相検波周波数を想定最大離反周波数範囲の最小周波数に設定しておけば、極性が負の場合は生ずることはなく、極性は正であって、この意味では極性判別ができなくなるというようなことは生じないが、TMCC区間が検出される範囲は位相検波周波数を中心にした図9（a）に示す想定最大離反周波数範囲であるため、この方法をBSデジタル放送受信機におけるキャリア再生回路にそのまま適用すると、TMCC区間が検出できない部分、この例では図9（b）の右半分の部分が発生するという問題点が生ずる。

#### 【0019】

したがって、BSデジタル放送受信機におけるキャリア再生時における自己相関関数はTMCC区間における位相検波周波数をもとに演算されるために、TMCC区間が検出できることが第1条件であり、TMCC区間が検出できなくなると自己相関関数が演算できないことになる。

#### 【0020】

さらに、あまり離反周波数が小さくなると自己相関関数の周期が増大し、TMCC区間内に1周期が収まらず。周期を求めることができず、キャリア再生ができないという問題点が生ずる。

#### 【0021】

本発明は、自己相関関数を用いてキャリア再生を行なうキャリア再生回路において離反周波数の極性判別ができるキャリア再生回路を提供することを目的とする。

#### 【0022】

#### 【課題を解決するための手段】

本発明にかかるキャリア再生回路は、BSデジタル放送受信機におけるキャリア再生回路であって、同期検波出力から伝送多重構成制御信号区間を検出する伝



送多重構成制御信号区間検出回路と、同期検波出力を信号点配置に変換する信号点配置変換回路と、信号点点配置変換回路にて変換された信号点位置信号を伝送多重構成制御信号のシンボルごとに予め定めた所定の角速度で位相回転させる位相回転回路と、位相回転回路からの出力を位相検波する位相検波器と、伝送多重構成制御信号区間において位相検波出力の自己相関関数を求めかつ求めた自己相関関数波形の周期に基づく角速度情報を出力する自己相関検出回路と、自己相関検出回路の出力から位相回転回路における位相回転角速度を減算する減算手段と、減算手段の出力に基づく周波数の正弦波データおよび余弦波データを同期検波回路へ送出する数値制御発振器とを備えたことを特徴とする。

## 【0023】

本発明にかかるキャリア再生回路によれば、同期検波出力が信号点位置信号に変換され、変換された信号点位置信号が伝送多重構成制御信号のシンボルごとに予め定めた所定の角速度で位相回転させられ、位相回転回路からの出力が位相検波され、伝送多重構成制御信号区間において位相検波出力の自己相関関数が求められかつ求められた自己相関関数波形の周期に基づく角速度情報が減算回路に送出されて、自己相関関数波形の周期に基づく角速度情報から信号点位置信号の位相回転角速度が減算されて、信号点位置信号の位相回転角速度が補償され、減算手段の出力に基づく周波数の正弦波データおよび余弦波データが同期検波のために送出される。

## 【0024】

したがって、本発明にかかるキャリア再生回路によれば、周波数ずれの極性判別をするために正弦波データおよび余弦波データの周波数をシフトさせることに代わって、信号点位置信号を位相回転させ、この位相回転分を補償して数値制御発振器の発振周波数が制御されるために、数値制御発振周波数はシフトされておらず、かつ伝送多重構成制御信号区間検出のための信号は位相回転されていないために、TMCC区間が常に検出されて自己相関を求めることができ、かつ周波数ずれの極性判別が行なえることになる。

## 【0025】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明にかかるキャリア再生回路を実施の一形態によって説明する。

【0026】

図1は本発明の実施の一形態にかかるキャリア再生回路の構成を示すブロック図である。

【0027】

本発明の実施の一形態にかかるキャリア再生回路は、中間周波数に変換されたPSK変調信号が同期検波回路1を構成する乗算器11、乗算器12それぞれに各別に供給されて、乗算器11、乗算器12にて余弦波データ、正弦波データと乗算されてベースバンド信号であるIデータ、Qデータに同期検波される。同期検波回路1から出力される乗算出力Iデータ、Qデータはデジタルローパスフィルタ3を構成するデジタルローパスフィルタ31、デジタルローパスフィルタ32に各別に供給されて、同期検波回路1からのそれぞれの出力中の高次の周波数成分が除去されて、ベースバンド信号であるIデータ、Qデータが送出される。

【0028】

デジタルローパスフィルタ3からの出力ベースバンド信号であるIデータ、Qデータは区間検出回路4に供給されて、TMCC区間検出回路4においてTMCC区間が検出されて、TMCC区間幅の信号が自己相関検出回路7へ送出される。

【0029】

一方、デジタルローパスフィルタ31および32からの出力は信号点配置変換回路5に供給されて、デジタルローパスフィルタ31および32からの出力ベースバンド信号であるIデータとQデータとに基づく信号点位置信号に変換される。信号点配置変換回路5において変換された信号点位置信号は実質的に信号点位置までのベクトルであって、位相回転回路8に供給されてTMCC区間ごとに信号点位置信号がシンボル当り予め定めた所定の角速度 $\alpha$ で、位相回転させられ、位相検波器6に供給されて位相検波される。

【0030】

ここで、シンボル当り予め定めた所定の角速度 $\alpha$ は前記したシフトさせたい周波数に基づいて定められ、シフトさせたい周波数が大きいときは角速度 $\alpha$ も速く

設定される。

#### 【0031】

位相検波器 6 からの位相検波出力は自己相関検出回路 7 に供給されて、位相検波出力と位相検波出力を時間  $\tau$  遅延させた遅延位相検波出力とから自己相関関数  $\Phi(\tau)$  が求められる。求められた自己相関関数波形の周期  $T$  が求められ、求められた周期  $T = \pi / (\omega + \alpha)$  から角速度  $(\omega + \alpha)$  が求められる。ここで、角速度  $(\omega + \alpha)$  としたのは位相回転回路 8 にて角速度  $\alpha$  で位相回転させられているためである。

#### 【0032】

求められた角速度  $(\omega + \alpha)$  から位相回転回路 8 にて位相回転させた角速度  $\alpha$  を減算回路 9 において減算し、減算回路 9 からの出力は離散周波数  $\omega$  に戻されて、NCO 2 に供給されて、NCO 2 において角速度  $\omega$  に基づく周波数の余弦波データおよび正弦波データが出力されて、同期検波回路 1 の乗算器 11、乗算器 12 に各別に供給されて、I データ、Q データと乗算されてキャリア再生がなされる。

#### 【0033】

ここで、本発明の実施の一形態にかかるキャリア再生回路においては、自己相関検出回路 7 で計算した離反周波数  $\omega$  の極性判別、すなわち周波数ずれの極性判別をするために NCO 2 の発振器周波数をシフトさせることに代わって、位相回転回路 8 にて信号点位置信号を位相回転させた。したがって、自己相関検出回路 7 で計算した周波数ずれの極性検出のために NCO 2 の発振器周波数をシフトさせておらず、TMCC 区間検出回路 4 へ入力される信号については変更がなく、TMCC 区間検出回路 4 における TMCC 区間の検出に影響を与えない。

#### 【0034】

すなわち、位相回転回路 8 にて角速度  $\alpha$  で位相回転させたことによって、位相検波器 6 の位相検波出力も角速度  $\alpha$  分位相回転させられ、自己相関検出回路 7 から出力される角速度  $\alpha$  分変化させられていて、位相回転回路 8 における角速度  $\alpha$  による位相回転が図 9 (b) に示すように位相検波周波数を想定離反周波数範囲の一端側にずらしたのと同じの設定すれば、離反周波数の極性判別ができること

になることは明らかである。さらに自己相関検出回路7から出力される角速度( $\omega + \alpha$ )から位相回転回路8にて加えられた角速度 $\alpha$ が減算回路9で減算されるため、NCO2に供給されるため、角速度 $\omega$ での位相回転による影響はなく、T MCC区間の検出に影響をない。

## 【0035】

さらに説明すれば次の如くである。キャリア周波数を $f_c$ 、再生キャリア周波数を $f_n$ とし、 $f_c > f_n$ のとき、離反角周波数を $\omega_0$ として、位相検波器6からの位相検波出力は図2(a)に示すごとく、離反周波数の極性は正である。図2および後記の図3において、○はシンボル位置を示しており、隣接するシンボル間の傾斜が離反角周波数を $\omega_0$ である。位相検波出力を角速度 $\alpha$ で位相回転させたときの位相検波出力は図2(b)に示す如くであって、シンボル間の傾斜は $(\omega_0 + \alpha)$ になり、周期 $T$ は $T = \pi / (\omega_0 + \alpha)$ となる。

## 【0036】

図2(c)はシンボル当り角速度 $\alpha$ で位相回転させたときの様子をさらに示したものであり、矢印はシンボルごとに角速度 $\alpha$ で位相回転させたときの様子を示し、破線は $\pi/2$ ラジアンを超えたときの折り返していく様子を示している。図2(d)は図2(c)に対応する位相検波器6の位相検波出力を示している。

## 【0037】

$f_c < f_n$ のとき、離反角周波数を $-\omega_1$ として、位相検波器6からの位相検波出力は図3(a)に示すごとく、離反周波数の極性は負である。隣接するシンボル間の傾斜が離反角周波数を $-\omega_1$ である。位相検波出力を角速度 $\alpha$ で位相回転させたときの位相検波出力は図3(b)に示す如くであって、角速度 $\alpha$ で位相回転した結果、シンボル間の傾斜は $(-\omega_1 + \alpha)$ になり、離反周波数の極性は正に変換されている。周期 $T$ は $T = \pi / (-\omega_1 + \alpha)$ となる。

## 【0038】

図3(c)はシンボル当り角速度 $\alpha$ で位相回転させたときの様子をさらに示したものであり、矢印はシンボルごとに角速度 $\alpha$ で位相回転させたときの様子を示し、破線は $\pi/2$ ラジアンを超えたときの折り返していく様子を示している。図3(d)は図3(c)に対応する位相検波器6の位相検波出力を示している。こ

のように、シンボル当り角速度 $\alpha$ にて位相回転させることによって、位相検波出力に極性は正に変換されることになって、極性判別図9（b）に説明した場合と同様になる。

## 【0039】

本実施の一形態では位相回転回路8による位相回転により位相検波器6の入力を位相回転させ、すなわち位相検波器6に入力されるベースバンド信号のベクトルを位相回転させて、位相検波器6にて位相検波させるため、図4（a）に示すように位相検波周波数が想定最大周波数範囲のほぼ中央から、図4（b）に示すように位相検波周波数からキャリアが存在しない周波数範囲の空白を置いて想定最大周波数範囲が位置するようにしたときの、想定最大周波数範囲を超える周波数に位置、すなわち図4（b）の右端を超える位置になるように角速度 $\alpha$ を設定する。

## 【0040】

このように設定することによって離反周波数の極性が負ということはなくなり、離反周波数の極性が実質的に判定できることになる。また空白区間の存在によって離反周波数が少なすぎてTMCC区間内に1周期が収まらず。周期を求めることができないというようなことはなくなる。

## 【0041】

## 【発明の効果】

以上説明したように本発明にキャリア再生回路によれば、ベースバンド信号のベクトルを位相回転させ、かつ自己相関検出後位相回転分を補償することによって、離反周波数の極性が常に判定できる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図1】

図1は本発明の実施の一形態にかかるキャリア再生回路の構成を示すブロック図である。

## 【図2】

図2は本発明の実施の一形態にかかるキャリア再生回路の作用の説明に供する説明図である。

【図 3】

図 3 は本発明の実施の一形態にかかるキャリア再生回路の作用の説明に供する説明図である。

【図 4】

図 4 は本発明の実施の一形態にかかるキャリア再生回路の作用の説明に供する説明図である。

【図 5】

図 5 は従来のキャリア再生回路の構成を示すブロック図である。

【図 6】

図 6 は位相検波回路の出力を示す模式波形図である。

【図 7】

図 7 は信号点位置信号のコンステレーションを示す模式図である。

【図 8】

図 8 は、自己相関関数の計算およびその波形の説明図である。

【図 9】

図 9 は従来のキャリア再生回路の作用の説明に供する説明図である。

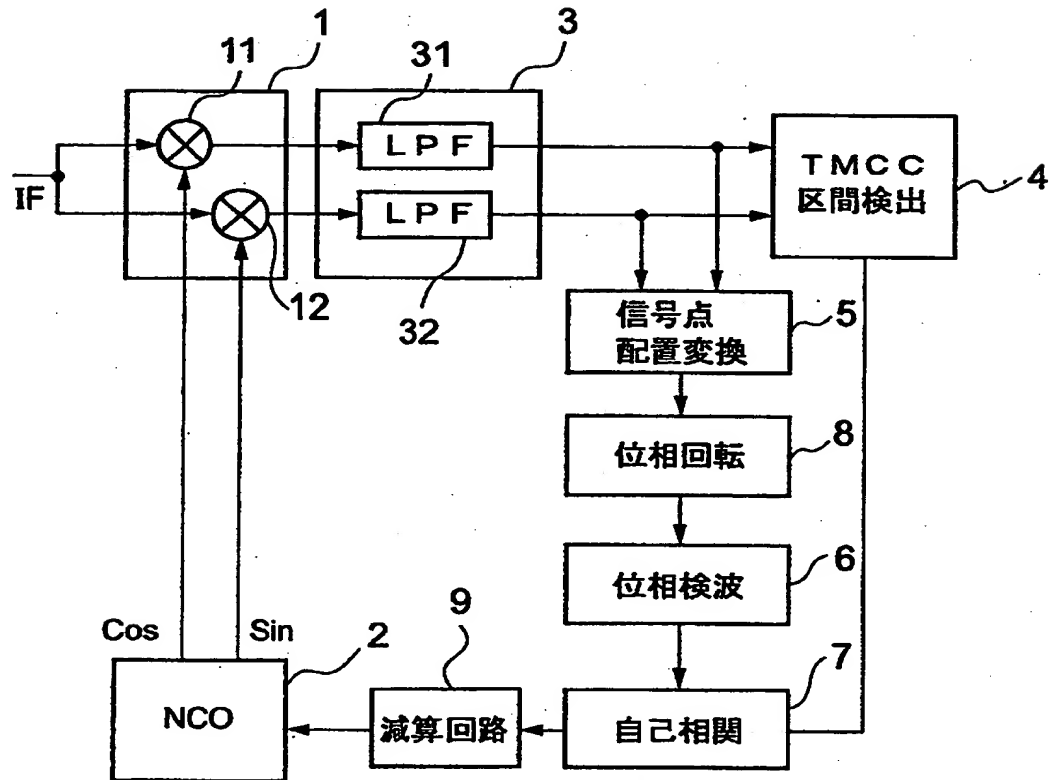
【符号の説明】

- 1 同期検波回路
- 2 NCO
- 3 デジタルローパスフィルタ
- 4 TMCC 区間検出回路
- 5 信号点配置変換回路
- 6 位相検波器
- 7 自己相関検出回路
- 8 位相回転回路
- 9 減算回路

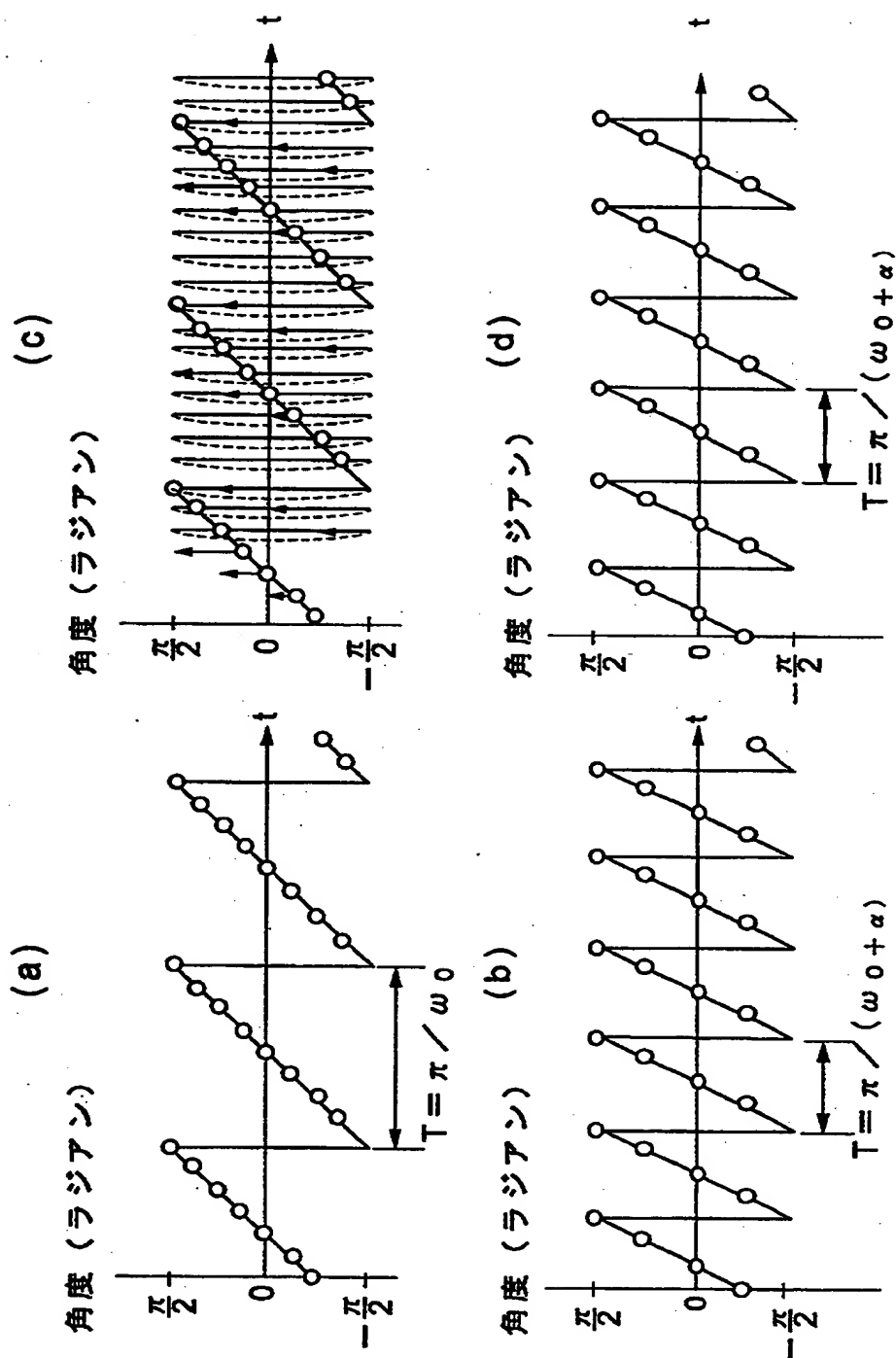
【書類名】

図面

【図 1】

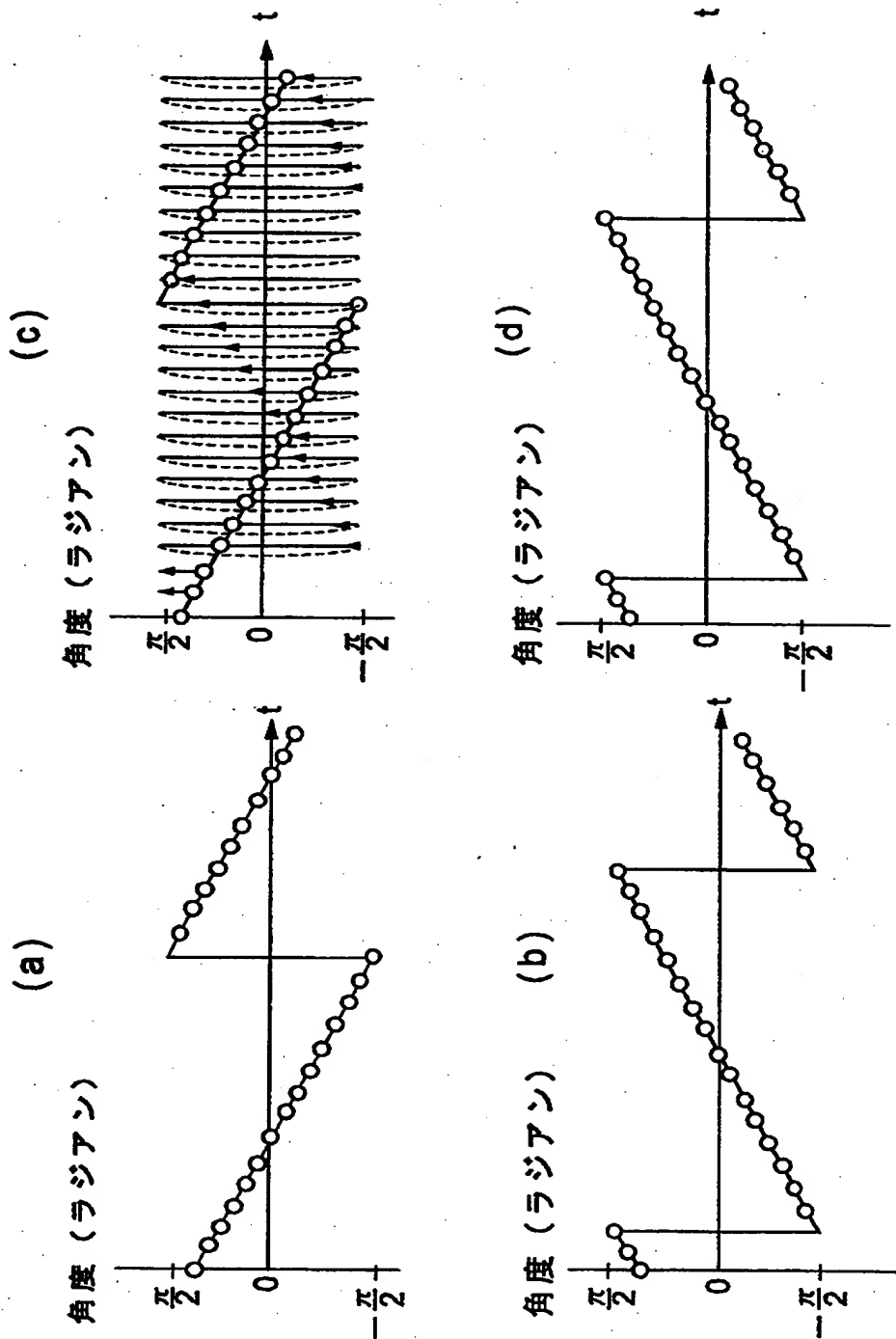


【図 2】

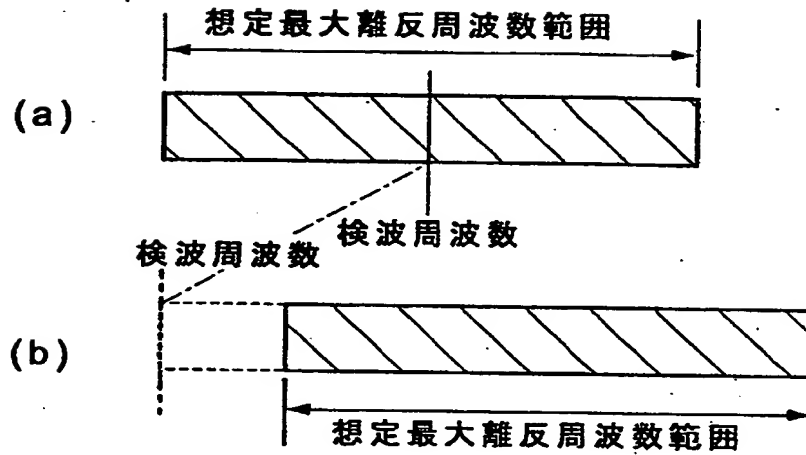




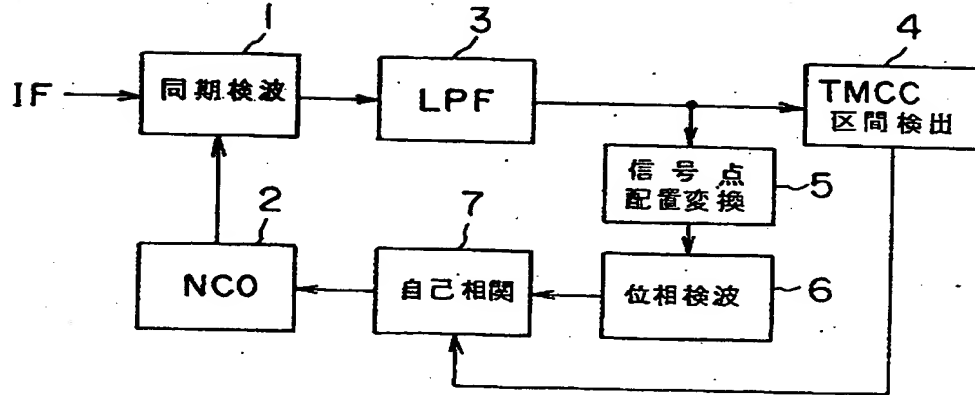
【図 3】



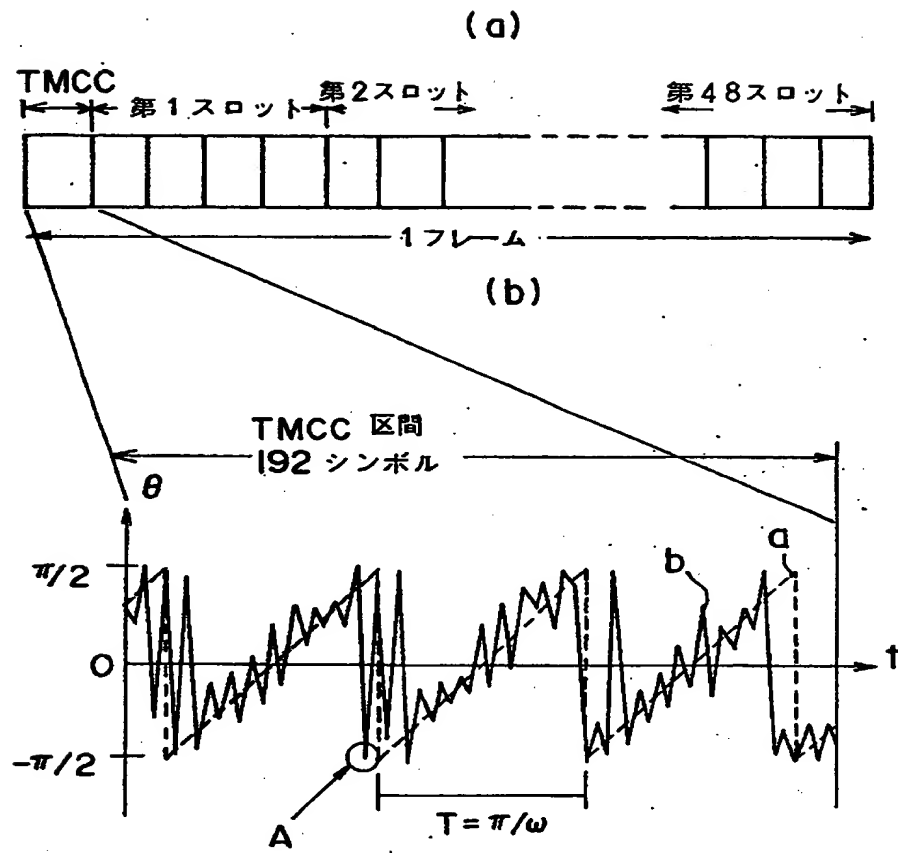
【図 4】



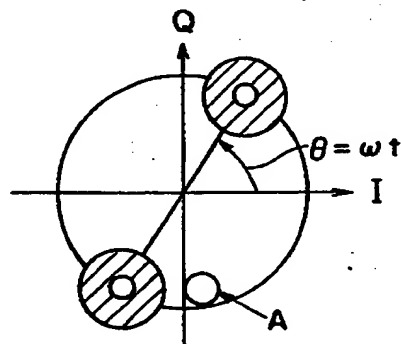
【図 5】



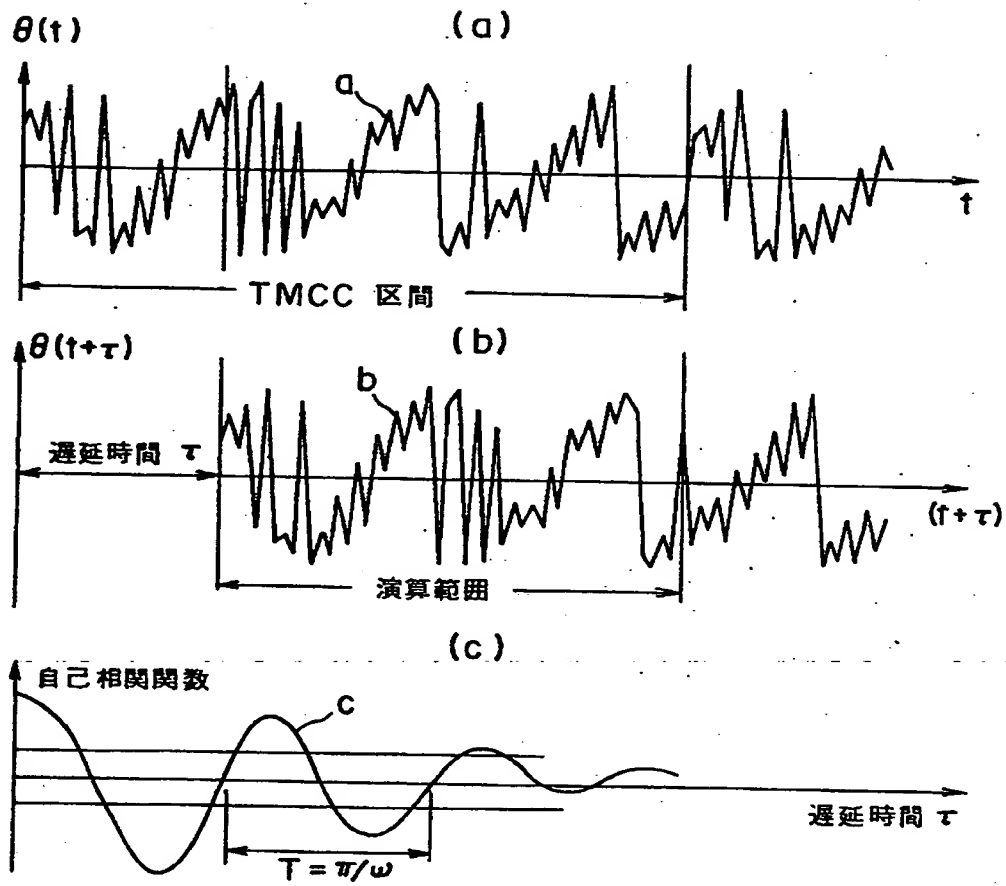
【図6】



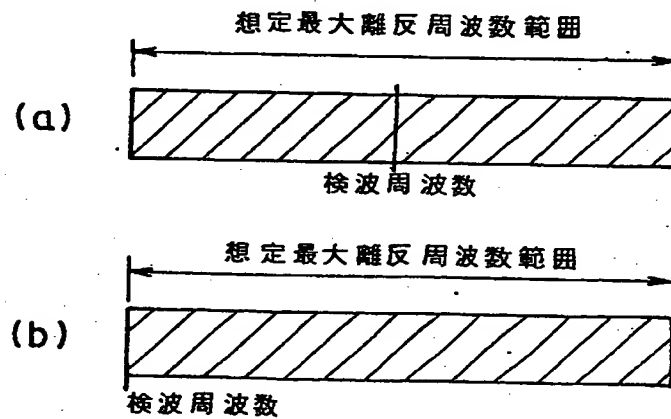
【図7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】

要約書

【要約】

【課題】 離反周波数の極性判別ができるキャリア再生回路を提供する。

【解決手段】 同期検波回路 1 の同期検波出力から TMCC 区間検出回路 4 によって TMCC 区間を検出し、同期検波出力を信号点配置変換回路 5 によって信号点配置に変換し、信号点配置変換回路 5 にて変換された信号点位置信号を位相回転回路 8 によって TMCC のシンボルごとに予め定めた所定の角速度で位相回転させ、位相回転させられた信号点位置信号を位相検波器 6 にて位相検波し、TMCC 区間において自己相関検出回路 7 にて位相検波出力の自己相関関数を求めかつ求めた自己相関関数波形の周期に基づく角速度情報を得て、自己相関検出回路 7 の角速度情報から位相回転回路 8 における位相回転角速度を減算回路 9 にて減算し、数値制御発振器 2 にて減算出力に基づく周波数の正弦波データおよび余弦波データを発生させて同期検波回路 1 へ送出させる。

【選択図】

図 1

【書類名】 職権訂正データ  
【訂正書類】 特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】  
【識別番号】 000003595  
【住所又は居所】 東京都渋谷区道玄坂1丁目14番6号  
【氏名又は名称】 株式会社ケンウッド  
【代理人】 申請人  
【識別番号】 100078271  
【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区綱島東2丁目1番5号 泉山  
ビル501号  
【氏名又は名称】 砂子 信夫

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000003595]

1. 変更年月日

1994年 9月26日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都渋谷区道玄坂1丁目14番6号

氏 名

株式会社ケンウッド

This Page Blank (uspto)



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**This Page Blank (uspto)**